

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики**

До захисту допущено:
Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис)

«__» _____ 2020р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та
біоенергетика»**

спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

**на тему: «Біотехнологія очищення стічних вод крохмале-патокового
комбінату та міста»**

Виконав:

студент IV курсу, групи БЕ-61
Пашко Валерій Сергійович

Керівник:

асист., к.т.н.

Зубченко Людмила Сергіївна

Консультант з проектування:

Проф., д.т.н, проф.,

Саблій Лариса Андріївна

Рецензент:

асист., к.т.н.

Карпенко Юрій Володимирович

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я, прізвище)

«__» _____ 2020р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Пашку Валерію Сергійовичу**

1. Тема проєкту «Біотехнологія очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату та міста» керівник проєкту Зубченко Людмила Сергіївна асист., к.т.н. затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту:

Розрахункова витрата стічних вод 80000 м³/добу, з них побутових 75000 м³/добу; промислове підприємство – крохмале-патоковий комбінат; температура суміші СВ, що надходять на очисні споруди: середньорічна 20 °С, середньомісячна зимова 15 °С, середньомісячна за літній період 23 °С, мінімальна середньомісячна 16 °С.

Характеристика річки, в яку скидаються СВ: розрахункова витрата при 95% забезпеченості 19 м³/с; швидкість течії при розрахунковій витраті 2 м/с; середня глибина річки становить 3,5 м; коефіцієнт звивистості 1,7; вид

водокористування – рибогосподарське, 1 категорія; концентрація кисню в воді влітку 6; концентрація завислих речовин 15 мг/дм³; БСК_{повн} 2,5 мг/дм³; температура води влітку 17 °С; відстань по фарватеру річки до найближчого пункту водокористування– 4000 м.

4. Зміст пояснювальної записки:

Характеристика стічних вод крохмале-патокового виробництва; характеристика анаеробного активного мулу, обґрунтування технології попереднього очищення стічної води крохмале-патокового комбінату; біохімічні основи технологічного процесу очищення води; розрахунок показників суміші стічних вод міста та крохмале-патокового комбінату; технологічна частина: вибір, розрахунок і характеристика обладнання для очищення суміші стічних вод міста та крохмале-патокового комбінату; охорона праці й охорона довкілля.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

Технологічна схема біотехнології очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату та міста (А1); апаратурна схема біотехнології очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату та міста (А1); креслення метантенка (А1).

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина дипломного проекту	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Літературно-патентні дослідження: характеристика сировини (СВ), огляд та аналіз існуючих технологій попереднього очищення СВ крохмале- патокових підприємств.		
2	Обґрунтування вибору технології		
3	Характеристика біологічного агента. Опис біохімічних основ процесу.		
4	Виконання розрахунків, вибір схеми, способу і методів контролю. Виконання креслень апаратурної та технологічної схеми.		
5	Підбір, розрахунок і характеристика основного та допоміжного обладнання. Виконання креслення основної споруди (метантенка).		
6	Оформлення проекту		
7	Підготовка до захисту		

Студент _____ Валерій Пашко
(підпис)

Керівник проекту _____ Людмила Зубченко
(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається з 64 сторінок пояснювальної записки та 3 аркушів креслень А1. Склад пояснювальної записки: вступ, 5 розділів, які включають 5 рисунка, 8 таблиць, висновки, 19 літературних посилань і додатки.

Метою дипломного проєкту є вибір та обґрунтування технологічної схеми для попереднього очищення виробничих стічних вод, а також розрахунок споруд біологічної очистки для очищення суміші стічних вод крохмале-патокового комбінату та міста.

В проєкті наведено характеристику стічних вод крохмале-патокового комбінату; розглянуто склад і властивості анаеробного активного мулу; обрано та обґрунтовано технологію попереднього очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату; за технологією виконано технологічну та апаратурну схему; розраховано необхідний ступінь очищення стічних вод та споруд біологічного очищення.

На підставі розрахованих параметрів розроблено креслення споруди – метантенк. Розраховано матеріальний баланс, вказано параметри контролю та описано заходи з охорони праці і охорони довкілля.

КОМПЛЕКСНЕ БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД, КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВИЙ КОМБІНАТ, МЕТАНТЕНК, АКТИВНИЙ МУЛ, ЗАВИСЛІ РЕЧОВИНИ, БІОХІМІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ

ABSTRAKT

Das Diplomprojekt besteht aus 64 Seiten Erläuterung und 3 Blatt Zeichnungen A1. Die Zusammensetzung der Erläuterung: Einleitung, 5 Abschnitte, darunter 5 Abbildungen, 8 Tabellen, Schlussfolgerungen, 19 Referenzen und Anhänge.

Ziel des Diplomprojekts ist die Auswahl und Begründung des technologischen Schemas für die Vorbehandlung von Industrieabwässern sowie die Berechnung von biologischen Aufbereitungsanlagen für die Abwasserbehandlung von Stärke- und Melasseanlagen und der Stadt.

Das Projekt beschreibt das Abwasser der Stärke- und Melasseanlage; die Zusammensetzung und Eigenschaften des anaeroben Belebtschlammes werden berücksichtigt; Die Technologie der vorläufigen Abwasserbehandlung von Stärke- und Melasseanlagen wird ausgewählt und begründet. Das Technologie- und Hardware-Schema wird entsprechend der Technologie ausgeführt. Der erforderliche Grad an Abwasserbehandlung und biologischen Aufbereitungsanlagen wird berechnet.

Auf Basis der berechneten Parameter wird die Zeichnung einer Konstruktion - eines Methantanks - entwickelt. Die Materialbilanz wird berechnet, Kontrollparameter festgelegt und Maßnahmen zum Arbeits- und Umweltschutz beschrieben

UMFASSENDE BIOLOGISCHE ABWASSERAUFBEREITUNG, STARCH-STRAW-ANLAGE, METANTENK, AKTIVER SCHLAMM, ANGEHÄNGTE STOFFE, BIOCHEMISCHE VERBINDUNG

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ.....	11
1.1. Характеристика стічних вод крохмале-патокового комбінату.....	11
1.2. Характеристика стічних вод крохмале-патокового комбінату, що надходять на очищення.....	13
1.3. Вибір технології попереднього очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату.....	14
1.4. Характеристика аеробного та анаеробного активного мулу.....	21
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ ТА МІСТА	23
2.1. Схема перебігу процесів зброджування органічних речовин осадів стічних вод	23
2.2. Характеристика очищеної води.....	25
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
3.1 Вибір та обґрунтування технології біологічного очищення стічних вод міста і крохмале-патокового комбінату.....	26
3.2 Характеристика сировини, матеріалів і напівпродуктів.....	28
3.3 Опис технологічного процесу.....	30
3.4 Контроль виробництва	34
3.5 Матеріальний баланс.....	37
РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ ТА МІСТА.....	40
4.1 Розрахункові витрати стічних вод.....	40

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Пашико В.С.						
Конс.							6	64
Керів.		Зубченко Л.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

4.2 Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод.....	40
4.3 Розрахунок необхідного ступеню очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату та міста.....	42
4.4 Розрахунок очисних споруд.....	45
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	54
ВИСНОВКИ	57
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ	61

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ПАР — поверхнево-активні речовини.
- ХСК — хімічне споживання кисню.
- БСК — біологічне споживання кисню.
- БСК_{повн} — повне біологічне споживання кисню.
- КВП – контрольно-вимірювальні прилади;

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Перелік умовних позначень та скорочень	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.	Пашико В.С.							
Конс.							8	64
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Керів.	Зубченко Л.С.							
Затверд.								

ВСТУП

Попит на крохмаль збільшується щорічно, близько на 3,8%. В 2018 році, виробництво крохмалю досягло 101 млн. т., за даними світових експертів, у 2019-2020 роках очікується зростання торгівлі на більш ніж на 10 млн тон. Стосовно України, виробництво крохмалю сягає 140 тис. т/рік. Зростання попиту на певні продукти харчування стимулюватиме ріст виробництва та розширення сфер використання крохмалю.

В харчовій промисловості крохмаль використовують для покращення структури і запаху продуктів, також використовують для покращення товарних характеристик знежирених продуктів та продуктів зі зменшеною часткою глютену. Тому крохмаль став незамінним для виробництва джемів, ковбас, напоїв, сухих сніданків та хлібобулочних виробів. Не можна обійтися без крохмалю і в фармацевтиці, косметичній і текстильній галузі. У медицині ця сировина використовується як для препаратів зовнішнього застосування. Так і для різних таблеток і порошків, оскільки крохмаль надає лікам консистенцію і форму. Виробництво крохмалю є досить водозатратним, на 1 тону сухого крохмалю витрачається близько 160 м³ води, яка потребує наступного очищення. Тому розробка і удосконалення технологій очищення вод цих підприємств є необхідністю.

Актуальність теми дипломного проекту полягає в тому, що не має нових рішень для вирішення проблеми очищення стічних вод підприємств харчової промисловості, зокрема крохмале-патокових виробництв.

Метою дипломного проекту є вибір та обґрунтування ефективної біотехнології очищення стічних вод міста та крохмале-патокового комбінату.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

1. розглянути характеристику фізико-хімічного складу виробничих стічних

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пашко В.С.						
Конс.							9	64
						КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Керів.		Зубченко Л.С.						
Затверд.								

- вод крохмале-патокового заводу, етапи їх утворення та очищення;
2. проаналізувати існуючі технології локального очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату та обрати найбільш ефективну;
 3. охарактеризувати анаеробний активний мул, як основний біологічний агент процесу анаеробного знешкодження осадів;
 4. провести необхідні розрахунки: витрат стічних вод, концентрацій забруднень стічних вод, необхідного ступеня очищення стічних вод міста та крохмале-патокового заводу, основного та допоміжного обладнання;
 4. запроектувати метантенк для зброджування осадів та надлишкового активного мулу, розробити апаратурну та технологічну схеми очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату і міста;
 5. навести основні вимоги щодо техніки безпеки та охорони праці та довкілля.

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТИЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕПАТОЧНОГО КОМБІНАТУ. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕПАТОВОГО КОМБІНАТУ

1.1 Характеристика стічних вод крохмале-патокового комбінату

До підприємств крохмале-патокової промисловості відносять цехи і заводи які здатні перероблювати картоплю та кукурудзу на сухий крохмаль.

Теперішній рівень технологій крохмале-патокової промисловості дозволяє випускати крохмаль сухий, різні види крохмальної патоки, глюкозу кристалізовану, модифіковані крохмалі, декстрини та навіть глюкозофруктозні сиропи. Асортимент продукції даних підприємств досить великий і складає десятки найменувань.

Підприємства які оброблюють картоплю та кукурудзу, отримують крохмаль з великою вологістю, близько 50...52%. Даний крохмаль схильний до швидкого псування яке спричиняють різні мікроорганізми, тому його на цих же підприємствах перетворюють на сухий з вологістю близько 20%, або використовують для виробництва патоки чи інших крохмалепродуктів.

Виробництво крохмалю є доступним з різних видів сировини: рис, кукурудза, пшениця, картопля. В Україні перевагу надають картопляному і кукурудзяному крохмалю.

Виробництво крохмалю з картоплі включає наступні стадії: гідротранспортування і мийку картоплі, її подрібнення, відділення соку від подрібненої картоплі, триразова промивка решти маси для виділення крохмалю, зневоднення мезги.

Крохмальну патоку отримують шляхом кислотного гідролізу з наступною нейтралізацією, очисткою та освітленням паточного сиропу активованим вугіллям

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пашко В.С.						
Конс.							11	64
Керів.		Зубченко Л.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

і випарюванням сиропу [2].

При виробництві кормових дріжджів отримують стічні води від мийки технічного обладнання та полів, охолодження напівпродуктів дріжджового виробництва та машин. У виробництві хлібопекарських дріжджів на мелясно-спиртових підприємствах скидаються води від промивки фільтр-пресів, мийки технічного обладнання, промивки дріжджів, від охолодження повітродувок. Детальний склад стічних вод представлений у табл. 1.1.1 [2].

Таблиця 1.1.1 – Склад стічних вод крохмале-патокової промисловості [2]

Показник	Одиниця вимірювання	Загальний стік виробництва			Умовно чисті барометричні води патоково-глюкозного виробництва
		Картопляно-крохмальний	По переробці кукурудзи і лужним	Кукурудзяно-патоковий	
1	2	3	4	5	6
Температура	°С	14	30	28	35
Прозорість за шрифтом	см	27	30	-	21
Завислі речовини	мг/дм ³	2700	2100	620	35
рН	-	5,4	5,2	5	7,6
Загальна лужність	мг-екв/дм ³	7	13	3,5	2,6
Ca ²⁺	мг/дм ³	85	50	60	-
Mg ²⁺	мг/дм ³	74	110	30	-
Cl ⁻	мг/ дм ³	80	80	60	32
SO ₄ ²⁻	мг/ дм ³	330	280	6	-
CO ₂ (вільна)	мг/ дм ³	1	1	-	-
ХСК	мгО ₂ / дм ³	2000	2900	2400	100
БСК ₅	мгО ₂ / дм ³	2200	2100	1500	91
Фосфор	мг/ дм ³	6,2	24	2,4	2,4

На крохмале-патоковому заводі стічні води утворюються [3]:

- при транспортуванні та мийці бульби картоплі;
- в результаті багаторазового промивання крохмалю та мезги;
- при змиві фільтр-пресового кеку;

- при мийці технологічного обладнання;
- під час випарювання і упарювання сиропу (конденсат вторинної пари);
- при охолодженні продуктів, напівпродуктів та машин.

Питома витрата стічних вод на одиницю продукції, що випускається, для заводів на змішаній сировині (картопля, зерно), становить 140 м³, а при картопляному – 200 м³ на 1 т сухого крохмалю.

Основною забруднюючою речовиною в стічних водах крохмале-патокової промисловості є органічні речовини, які можуть стати гарним середовищем для розвитку патогенних мікроорганізмів.

1.2 Характеристика–стічних вод крохмале-патокового комбінату, що надходять на очищення

На очищення надходить 80 000 м³, з них побутових 75 000 м³. Характеристику промислових стічних вод наведено у табл 1.2.1

Таблиця 1.2.1 – Характеристика стічних вод крохмале-патокового комбінату

Показник	Усереднене значення
Завислі речовини, мг/дм ³	1 800
Р (Р ₂ О ₅) мг/дм ³	10,9
ХСК, мг О ₂ / дм ³	2430
БСК ₅ , мг О ₂ / дм ³	1930
рН	5,2
БСК _{пов} , мг О ₂ /дм ³	2100

1.3. Вибір технології попереднього очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату

Технологія очищення за допомогою біофільтраційних установок

Біофільтрацію здійснюють на 5-секційному (дисковому) біофільтрі з біоплівкою.

Для ультрафільтрації використовують установку з мембранами: УАМ-150, УАМ-200. Двокамерна розділююча осередок комірka плоскорамного типу є основним елементом установки. Вона складається із середньої частини і двох: фланців, на яких по черзі розташовуються металева сітка, пориста підкладка, і мембрана. Для ущільнення конструкції використовують прокладки. Швидкість руху розчинів в мембранному каналі визначається товщиною прокладки [5].

За технологічною схемою, що представлена на (рис. 1.3.1) очищення стічної води відбувається наступним чином: стічна вода з ємності вихідного розчину, проходить через фільтр попереднього очищення, та подається до біофільтру, де очищується і потрапляє до проміжної ємності. Потім за допомогою насоса вона потрапляє до ультрафільтраційної установки де ділиться на пермеат (очищений) та пенетрат (концентрований) Пермеат збирається для господарсько-побутових потреб. Концентрат подається в ємність вихідного розчину для нового циклу [5].

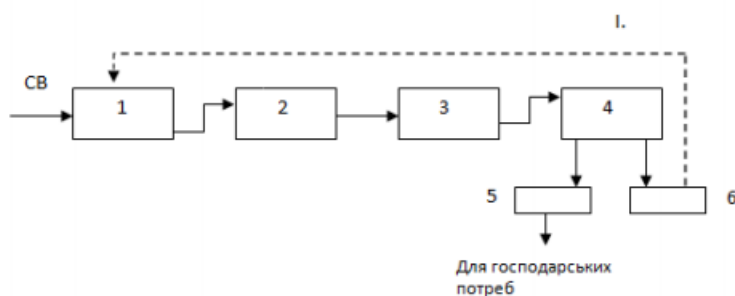


Рисунок 1.3.1 – Технологія очищення за допомогою біофільтраційних установок [5] 1 – фільтр попереднього очищення; 2 – 5-секційний дисковий біофільтр з обертовою біоплівкою; 3 – проміжна ємність; 4 – ультрафільтраційна установка; 5 – пермеат (очищений); 6 – пенетрат (концентрований). I.- Рециркуляція концентрату на початок для нового циклу очищення.

Очищення у біофільтраційних установках має ряд переваг:

- висока якість і продуктивність розділення;
- органічні речовини, які погано затримуються на мембранах добре засвоюються мікроорганізмами в біофільтрі;
- здійснюється утилізація пенетрату мембранних установок, виникає можливість створення замкнутих технологічних схем очищення стічних вод від органічних речовин. Спостерігається зниження ХСК до 90% від початкового[5].

Технологія анаеробно-аеробного очищення

Аеробна та анаеробна очистка стічних вод в реакторах вважається одним з найбільш перспективних методів очистки стічних вод з забрудненням по БСК_{повн} більше 1000 мг/дм³. До них відносяться стічні води крохмале-патокових заводів.

В основі процесу анаеробної очистки лежить біохімічне перетворення в безкисневих умовах органічної речовини забрудненої стічної води на біогаз.

Потужність сучасних конструкцій анаеробних біореакторів досягає 15-20 кг ХСК/м³доб, що в 10-15 раз більше ніж потужність аеротенка. Це забезпечується підтримкою в анаеробних біореакторах великих доз (20-60 г/л) високоактивного мулу, який утворює стійкі гранули діаметром 1-5 мм [4].

Сучасні конструкції біореакторів є досить різні. Утримання біомаси в них здійснюється за допомогою внутрішніх перегородок, або за допомогою іммобілізації на матеріалах завантаження – носіях.

Реактори виготовлені із залізобетону чи металу і не потребують нестандартного обладнання. Компактність, повна герметичність і невеликі розміри біореакторів дозволяють встановлення їх не тільки на місці очисних споруд, а й на території підприємства.

Процес очищення дуже простий і є повністю автоматизованим. Великою перевагою для сезонних виробництв, яким і є крохмале-патокова промисловість, являється здатність біореакторів зберігати біологічну активність без подачі нових порцій води на очистку.

Характерною особливістю технології являється малий приріст мулу, для анаеробного – не більше 5-10% від маси видалених при очистці забруднень.

ЕКБ. БЕ6115 ДП

Арк.

15

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

В цей час в аеротенку, тільки кількість циркуляційного активного мулу складає близько 30-50% від кількості очищеної води. Активний мул після біореактора є стабільним і легко зневоднюється. Очистка в реакторах на локальних станціях висококонцентрованих стічних вод на підприємствах, розташованого в межах міста, покращує роботу очисних споруд міста, підвищує їхню ефективність.

Біореактори, розроблені україно-російською фірмою «Комплект экология» використовуються для очистки стічних вод крохмале-патокової промисловості і можуть бути установленими на станціях біологічної очистки з потужністю від 120 м³/добу до 55000 м³/добу. Станція біоочистки включає в себе блок ємностей ВКЗ-60000.911 (біореактор) та допоміжні приміщення [4]. Технологічна схема очистки стічних вод з участю аеробно-анаеробних біореакторів наведена на рис.1.3.2.

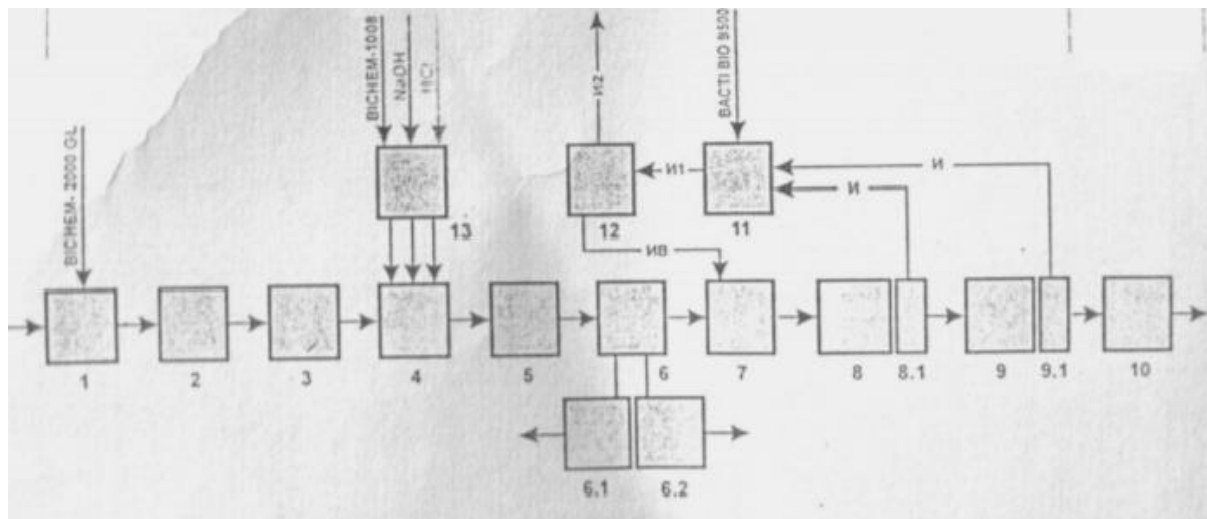


Рисунок 1.3.2 – Технологічна схема очистки стічних вод з участю аеробно-анаеробних біореакторів [4]

1 – відстійник; 2 – решітки; 3 – витратомір; 4 – усереднювач витрат; 5 – насосна; 6 – механічна очистка; 6.1 – установка для зневоднення мусора; 6.2 – установка для зневоднення піску; 7 – усереднювач концентрації; 8 – біотенк; 8.1 – відстійник; 9 – біотенк; 9.1 – відстійник; 10 – біотенк; 11 – мінералізатор; 12 – установка зневоднення мулу; 13 – блок реагентного обладнання. Позначення: И – надлишковий активний мул; И1 – мінералізований мул; И-2 – зневоднений мул.

					<p><i>ЕКБ. БЕ6115 ДП</i></p>	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Біореактор складається із контейнерів – модулів і представляє собою прямокутний металевий резервуар, розділений всередині перегородками, що створюють велику кількість аеротенків. Усі ступені аеротенка обладнуються пластмасовим завантаженням, яке кріпиться в середню частину біореактора і іммобілізує на себе мікрофлору. У нижній частині біореактора активний мул знаходиться в завислому стані. Аерація здійснюється за рахунок природних аераторів. Створюються гарні умови для нітрифікації та денітрифікації. Два процеси відбуваються в один час. Надлишковий активний мул має високий ступінь мінералізації, тому добре зневоднюється. Він вивозиться в мішках і використовується як органічне добриво. При довготривалих перервах в подачі стічних вод чи елетроживлення, біореактор швидко входить в оптимальний режим роботи.

Таблиця 1.3.2 – Ефективність очистки стічних вод за аеробно-анаеробною технологією [4]

Назва показника	Значення
Завислі речовини	5 мг/дм ³
Загальний азот	1 мг/дм ³
БСК _{пов}	5 мгО ₂ / дм ³
ХСК	15-20 мгО ₂ / дм ³
Нітрати	2-3 мг/ дм ³
Фосфати	1-2 мг/ дм ³

Очистка стічних вод з використанням MBBR-реакторів

Запропонована технологічна схема локального очищення стічних вод представлена на рис.1.3.3.

Потік стічної води, який утворився під час первинної промивки сировини, містить велику кількість мінеральних домішок, глину та пісок. Відділення цих

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забруднень проводиться на компактному гравітаційному роздільнику, що має вбудований шнековий конвеєр, який призначений для зневоднення та транспортування осаду.

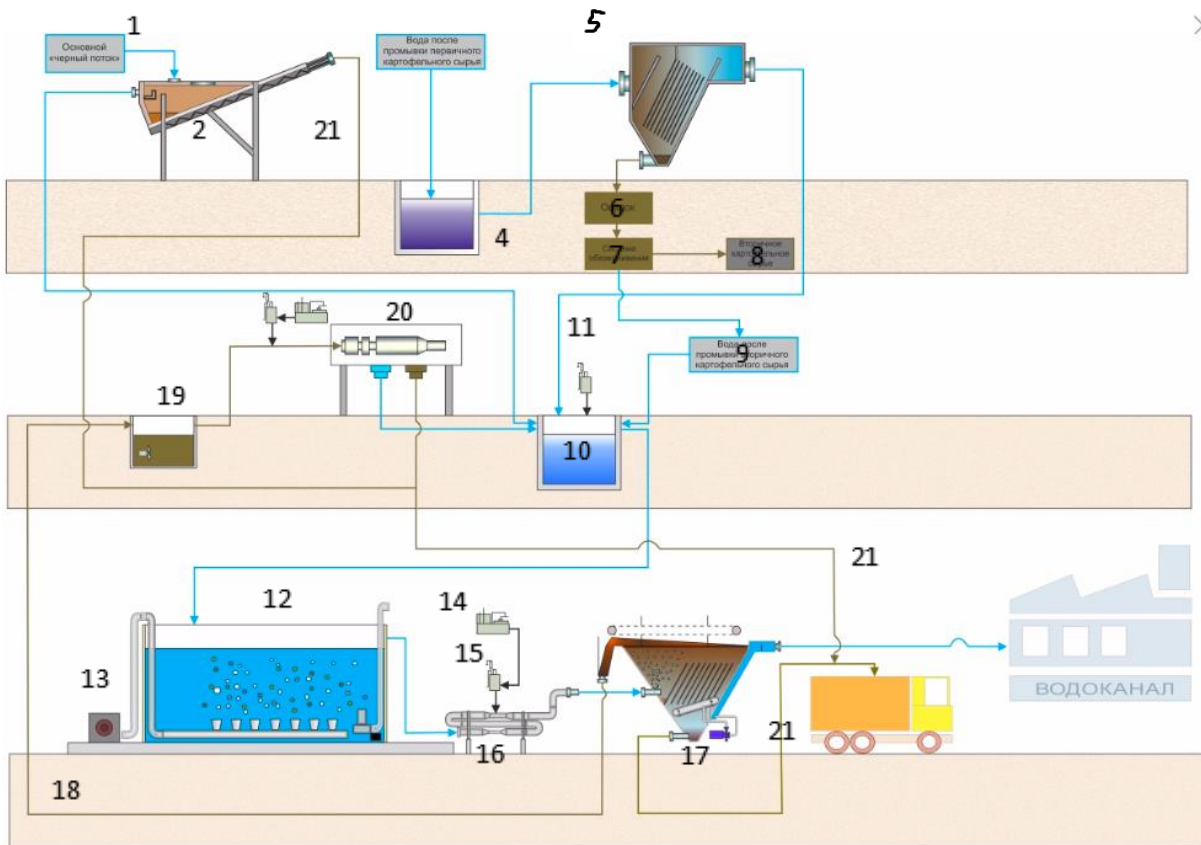


Рис.1.3.3 – Технологія локальної очистки стічних вод крохмале-паточкового заводу з використанням MBBR-реакторів [6]

1 – транспортно-миючі води; 2 – шнековий сепаратор; 3 – промивні води; 4 – змішувач; 5 – седиментатор; 6 – осад на регенерацію; 7 – система зневоднення; 8 – вторинна картопляна сировина; 9 – вода після промивки вторинної сировини; 10 – аеробний реактор; 11 – дозатор $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; 12 – реактор MBBR; 13 – повітродувка; 14 – станція автоматичного приготування флокулянту; 15 – дозатор флокулянту; 16 – трубний-флокулятор; 17 – установка напірної флотації; 18 – флотаційний осад; 19 – резервуар для кондиціонування осаду; 20 – центрифуга-декантер; 21 – осад на вивезення.

Інші потоки стічних вод, які мають органічні забруднення, об'єднують в один потік. Після чого спрямовують на стадію механічного очищення на седиментаційній установці. Де розділяються на тверду та рідку фази. Таким чином вилучаються цінні крохмалевмісні елементи, які використовують як вторинну сировину.

Наступна стадія – це біологічна очистка, яка відбувається аеробному реакторі, куди додають азотовмісні амідні сполуки вугільної кислоти карбамід, або сечовину. Додавання азотовмісних поживних речовин проводять для збільшення вмісту азоту, необхідного для забезпечення життєдіяльності бактерій активного мулу, який відсутній в достатній кількості в крохмалевмісній стічній воді.

Для здійснення біологічної очистки також використовується аеробний біореактор, в якому використовується технологія MBBR, при якій біомаса активного мулу знаходиться в закріпленому стані на спеціально сконструйованих елементах, виготовлених з інертного пластичного матеріалу, вільно плаваючих в просторі ємності аеробного реактора. Такий тип реактора аеробного біологічного очищення відноситься до числа найбільш ефективних і компактних установок для очищення стічних вод від розчинених органічних речовин, так як при цьому забезпечується більша площа поверхневої взаємодії аеробних мікроорганізмів, що знаходяться у вигляді біоплівки та стічної води при цьому відбувається окиснення і нітрифікація. Крім того, надлишкова біомаса активного мулу, не закріпленого на вільно плаваючих носіях, видаляється природним шляхом і виноситься з ємності аеробного біореактора разом з очищеною водою.

Очищена стічна вода прямує до флокулятора, де за рахунок додавання флокулянта та відбувається флокуляція НАМ, що збільшує ефективність подальшого процесу зневоднення. Для зневоднення осаду використовують центрифугу декантерного типу[6].

Після проходження стадії аеробного біологічного очищення, досягається зниження показників ХСК і БСК до нормативів, встановлених міським водоканалом, для стоків, що відводяться в загальноміській каналізаційній мережі.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Крім того, ця вода може бути використана повторно, на стадії попередньої підготовки картопляної сировини. Ефективність очистки стічних вод за технологією з використанням MBBR-реакторів наведена в таблиці 1.3.3.

Таблиця 1.3.3 – Ефективність очистки стічних вод за технологією з використанням MBBR-реакторів [6]

Назва показника	Значення
Завислі речовини	450 мг/дм ³
Загальний азот	20 мг/ дм ³
БСК _{пов}	250 мг/ дм ³
ХСК	380 мг/ дм ³
рН	6,5-8,5
Фосфор	3,5 мг/ дм ³

Для попереднього очищення стічних вод крохмале-патокового заводу, доцільно використати останню технологію, оскільки використовуючи її можна очищувати промислові стічні води до вимог скиду до централізованого водовідведення (таблиця 1.3.4.), також ця технологія є досить простою в обслуговуванні. Після попередньої очистки стічні води доцільно направити до системи міської каналізації з наступним спільним очищенням з господарсько-побутовими стоками.

Таблиця 1.3.4 – Норми скиду промислових стічних вод до системи централізованого водовідведення

Показники	Норми скиду у міську каналізацію, концентрація в мг/дм ³
Завислі речовини	<500
БСК	< 350
ХСК	згідно з проектом міських очисних споруд
Азот	< 150
Хром	< 2,5
Феноли	< 5
Жири	< 60
рН	6-10
Температура °С	< 40

Характеристика очищеної стічної води заводу при скиді в каналізаційну мережу відповідає «Правилам приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення».

Технологія анаеробного зброджування осаду в метантенку при термофільному режимі добре підійде для обробки утвореного осаду та надлишкового активного мулу, оскільки вона дає можливість для знезараження без використання камери дегельмінтизації і унеможливорює загнивання осадів.

1.4 Характеристика аеробного та анаеробного активного мулу

Активний мул – це складна екосистема, яка складається із різноманітних мікроорганізмів та мікрофауни. Більшу частину активного мулу по біомасі та значущості в процесі очищення становлять агрегатовані у флокули бактерії. Зазвичай в активному мулі зустрічаються представники дріжджів, грибів, водоростей, найпростіші (роди *Flagellate*, *Sarcodina*, *Infusoria* та інші). В біореакторах містяться коловертки *Rotifera*, черви *Oligoghaeta/Nematodes* й інші багатоклітинні організми *Metozoa*[4].

Для розуміння процесу очищення стічної води необхідно добре знати трофічні взаємодії гідробіонтів, які й визначають якість та кількість активного мулу. Зазвичай організми активного мулу – гетеротрофи. Вони використовують органічний вуглець для формування власних клітинних структур із органічних речовин стічних вод. Окрім облігатних гетеротрофів в активному мулі зустрічаються міксотрофи, які без світла заміняють автотрофний тип живлення на гетеротрофний, та автотрофи.

На початковому етапі очистку стічної води починають бактерії, деякі із джгутиконосців *Flagellate* та інфузорії *Infusoria*, які характеризуються сапрозойним типом живлення (потрапляння ферментаційно обробленої речовини через стінки мембрани). Більша частина забруднення видаляється бактеріями, завдяки великій питомій поверхні клітин, високій ферментативній активності і швидкості розмноження.

ЕКБ. БЕ6115 ДП

Арк.
21

Представники інших трофічних рівнів характеризуються голозойним типом харчування (організм в якості їжі використовує тверді речовини – інші організми і великі органічні частки). Кількість цих організмів обмежена не кількістю розчиненої органіки, а наявністю твердої їжі. Ці мікроорганізми розділені на бактеріофагів і хижаків. Важлива група – бактеріофаги-«осаджувачі» (роди *Paramecium*, *Colpidium*, *Glaucoma*, *Tetrachymena*, *Stentor* і прикріплені війчасті інфузорії), які виділяють особливий біологічний клей для формування великих грудок бактерій. Деякі частинки поїдаються «осаджувачами», а інші відмінно осідають у вторинних відстійниках і сприяють освітленню води [4].

На останній стадії очищення (третій трофічний рівень) зустрічаються багатоклітинні хижаки і детритофаги – представники родів *Rotifera*, *Nematodes*, *Oligoghaeta* та інші. Ці організми можуть споживати практично всіх представників нижніх трофічних рівнів.

Бродіння розпочинається після створення анаеробних умов, бактеріями роду *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Eubacterium* та інші. Перераховані мікроорганізми здатні розкладати целюлозу, крохмаль, геміцелюлозу, пектин і виконують фази кислотоутворення та гідролізу. Представлені бактерії являються факультативними анаеробами з оптимальним показником рН=6,5-7,5. Мікроорганізми здатні виділяти екзоферменти, що каталізують гідроліз.

Осовними протеолітичними мікроорганізмами є бактерії родів *Peptococcus*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium*. До бактерій з ліполітичною активністю відносять клостридії та мікрококи.

Ацетогенні бактерії здатні розкласти продукти кислотогенної стадії, фактично мікроорганізми даного типу готують поживний субстрат який є придатним для метаноутворюючих бактерій. До ацетогенних бактерій відносять *Syntrophomonas*, *Syntrophobacter* [8].

Найбільш вимогливі серед симбіонтів є метаногенні бактерії, які задіяні в анаеробному зброжуванні. Оптимальним показником рН є 7-8, також вони потребують кобальт, нікель та молібден у невеликій кількості. У вигляді джерела живлення перевагу надають ацетату, водню та CO₂. Найбільш розповсюдженими

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

метаногенами є роди: Methanobacter, Methanococcus, Methanogenum, Methanosarcina, Methanotherix. Вони розрізняються морфологічною будовою, та формою [8].

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ ТА МІСТА

2.1. Схема перебігу процесів зброджування органічних речовин осадів стічних вод

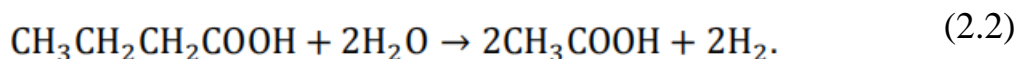
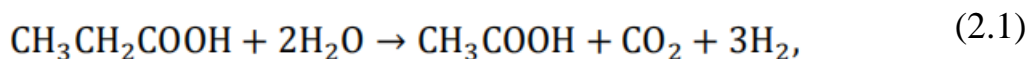
Анаеробне перетворення органічної сировини на біогаз здійснюється в чотирьох наступних стадіях:

- Стадія гідролізу.
- Стадія ферментації.
- Ацетогенна стадія.
- Метаногенна стадія.

Під час першої стадії важливу функцію відіграють бактерії-гідролітики, що виділяють гідроліз-ферменти. Під впливом утворених гідролітиків розщеплюються вискомолекулярні сполуки. Відбувається перетворення білків на амінокислоти, ліпідів на жирні кислоти, вуглеводів на полісахариди з коротким ланцюгом. Швидкість першої стадії залежить від багатьох факторів, це може бути як природа органічної речовини так і умови проведення. Ферменту не повинно бути замало, і він повинен добре контактувати з субстратом [7].

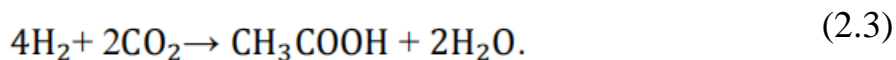
Наступною стадією є стадія ферментації або бродіння. Результат цієї стадії є леткі жирні кислоти, органічні кислоти, спирти, альдегід, аміак, сірководень, водень та вода. Дану стадію здійснюють невибагливі бактерії, які ростуть з високою швидкістю.

Ацетогенна стадія здійснюється двома групами ацетогенних бактерій. Одна з них здатна утворювати ацетат з виділенням водню:



					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ ТА МІСТА	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пашко В.С.						
Конс.							23	64
Керів.		Зубченко Л.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

Інша група утворює оцтову кислоту з водню та вуглекислого газу. Побічним продуктом є вода.



Метаногенез здійснюється також двома шляхами. Перший шлях відбувається за наступною реакцією:



Інший шлях полягає у відновленні вуглекислого газу воднем:



За першим варіантом утворюється 72% метану, за іншим – 28%.

На рис 2.1.1 Представлена схема метаногенезу, що демонструє рух вуглецю при деградації складних органічних сполук.

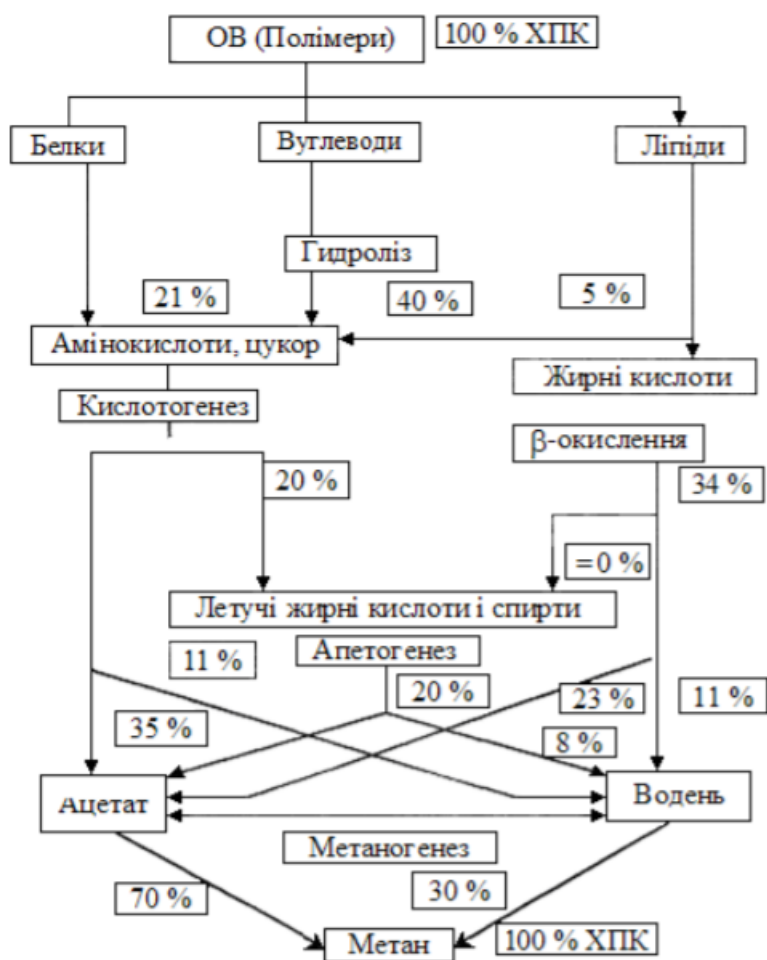


Рисунок 2.1.1 – Схема метаногенезу [7]

2.2. Характеристика очищеної води

Кінцевим продуктом є стічна вода крохмале-патокового заводу та міста, очищена до норм скиду у природну водойму відповідно та розрахованого необхідного ступеня очищення для скиду у водойму вимоги для якої приведені в завданні. Суміш стічних вод після очищення подається у водойму рибогосподарського водокористування.

Для досягнення необхідного ступеня очищення стічна вода піддається механічному очищенню, біологічному очищенню в аеротенку, знезараженню. Осади, що утворюються в спорудах водоочищення стабілізуються анаеробним способом – в метантенку, який працює в термофільному режимі.

Очищена стічна вода не повинна містити небезпечних для довкілля речовин та за органолептичними показниками повинна відповідати всім вимогам, має температуру не більше 40°C, концентрацію завислих речовин $C_{зр} = 15 \text{ мг/дм}^3$, значення $БСК_{повн} = 15 \text{ мг/дм}^3$, колі-індекс не більше 1000, залишкову концентрація активного хлору не менше 1,5 мг/л.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір та обґрунтування технології біологічного очищення стічних вод міста і крохмале-патокового комбінату

Для очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату та міста запропоновано використати технологію, яка зображена на рис .1.3.1.

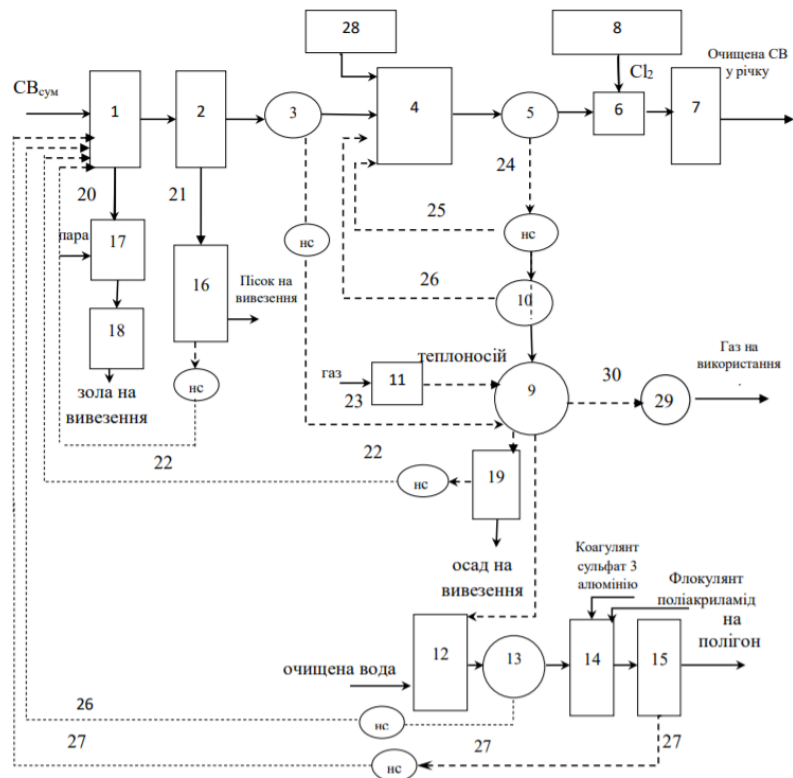


Рисунок 3.1.1 – Схема технології біологічного очищення міських стічних вод

1 – решітки для механічного очищення; 2 – пісковловлювач; 3 – первинний відстійник; 4 – аеротенк; 5 – вторинний відстійник; 6 – змішувач води з хлором; 7 – контактний резервуар; 8 – хлопаторна; 9 – метантенк; 10 – мулоушільнювач; 11 – котельня; 12 – камера промивки осаду; 13 – ущільнення осаду; 14 – камера коагуляції; 15 – вакуум-фільтр; 16 – пісковий майданчик; 17 – сушарка багатовальцева; 18 – піч для спалювання відходів; 19 – аварійний муловий майданчик; 28 – повітродувна станція, 29 – газгольдер. Потоки: 20 – відходи на утилізацію; 21 – піщана пульпа; 22 – дренажна вода; 23 – сирий осад на переробку;

					<i>ЕКБ.БЕ6115.ДП</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Пашико В.С.			РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Стадія	Арк.
Конс.							64
Керів.		Зубченко Л.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ	
Затверд.							

24 – надлишковий активний мул; 25 – рециркуляційний активний мул; 26 – мулова вода; 27 – фільтрат, 30 – газ

Дана технологічна схема підібрана, з врахуванням витрати води 80 000 м³/добу та розрахована на надходження до міських очисних споруд стічних вод з міста та попередньо очищених стічних вод крохмале-патокового заводу.

Перший етап являє собою механічну очистку яка здійснюється на решітках та пісковловлювачах. Відходи, що затрималися на решітках підлягають спалюванню, це великі шматки поліетилену та папір, та інші речовини [11].

Наступний етап являє собою очистку від ще дрібніших частинок, а саме піску. Вона здійснюється на пісковловлювачі. Пісок який залишився на них прямує на піскові майданчики. Вода, що виділяється на піскових майданчиках потрапляє на решітки.

Вода що пройшла пісковловлювачі потрапляє на первинні відстійники, де виділяються грубодисперсні домішки, що спливають на верх або під дією гравітаційних сил чи занурюються на дно [12]. Осад з первинних відстійників подають у метантенк.

В аеротенках-витиснювачах відбувається біологічне очищення. Суміш стічних вод та надлишкового активного мулу потрапляє на вторинні радіальні відстійники, в яких відділяють активний мул від очищеної води за допомогою відстоювання, і більша його частина (рециркуляційний активний мул) подається до аеротенку.

На мулоущільнювачі відводять надлишковий активний мул, що прямує із вторинного відстійника. Потім осад та НАМ потрапляє до метантенку, що працює у термофільному режимі, де відбувається його зброджування. Отриманий газ у метантенку прямує до газгольдерів. Осад промивають, ущільнюють, та зневоднюють. Утворений кек іде на вивезення.

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Характеристика сировини, матеріалів і напівпродуктів

В таблиці наведена характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів.

Таблиця 3.2.1 – Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Найменування	Категорія і номер НТД для перевірки сировини	Нормативне значення показників
Основна сировина:		
1.Забруднена стічна вода крохмале-патокового заводу та міста	ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення	температура не вище 40 °С
		pH 6,5 - 9,0
		ХСК вище БСК ₅ не більше ніж у 2,5 раза
		БСК, згідно проекту КОС відповідного населеного пункту
		Витрата стічних вод 80000м ³ /добу
2. Вода водопровідна	ДСанПіН 2.2.4-171-10 ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості	Водневий показник 6,5-8,0
		Органолептичні показники: забарвленість ПКШ, не більше 50; запах 0 балів
		Загальна жорсткість, не більше 3,5 мг-екв/дм ³
		Мікробіологічні показники: відсутність бактерій групи кишкової палички, патогенних мікроорганізмів
Зріджений хлор	ДСТУ 6718-93. Хлор рідкий. Технічні умови	Вміст хлор-газу не менше 99,6%

Продовження таблиці 3.2.1.

Допоміжна сировина:		
3. Хлорид заліза, технічний	ТУ У 24.1-05444552-045-2005 Заліза (III) хлорид технічний (розчин). Технічні умови	Вміст хлориду заліза(III) (масова частка) не менше 40%
4. Негашене вапно	ДСТУ Б В.2.7-90:2011 Вапно будівельне. Технічні умови	Вміст СаО не менше 85%
5. Осад сирий	ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування	Вологість 95%
		Зольність 30%
6. НАМ	ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування	Вологість 97%
		Зольність 30%
7. Освітлена стічна вода	ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування	БСК _{повн} 338 мг/дм ³
		Концентрація завислих речовин 135 мг/дм ³ , не більше 150 мг/дм ³

3.3 Опис технологічного процесу

ДР1. Підготовка повітря для аерації.

Необхідно виконати наступні операції: стиснення повітря; видалення пилу та інших завислих у повітрі частинок; регулювання температури та вологості.

ДР1.1 Забір повітря з атмосфери.

Здійснюється забір повітря з атмосфери за допомогою виносних труб з точкою забору 4-6 м від рівня землі.

ДР1.2 Фільтрування повітря.

Здійснюється очищення повітря за допомогою фільтра, фільтруючим матеріалом якого є тканина Петрянова (ФПП-15-3,0). Ефективність очищення 98%. Здійснюється контроль ефективності очищення.

ДР1.3 Компресування повітря. Відбувається стискання повітря, за допомогою повітродувки з продуктивністю від 5 до 190 м³/хв. Р_{роб} = 2,5 кПа. На даній стадії безперервно здійснюється контроль тиску.

ДР2 Приготування хлорної води. Для обробки стічних вод використовують хлорну воду, яку готують за такою методикою:

- Надходження хлору в рідкому стані до станцій очисних споруд.
- Переведення з рідкого до газоподібного стану.
- Розчинення хлору у воді.
- Очищення від пилу на фільтрі.
- Потрапляння очищеного хлору до редукційного клапану, де відбувається підтримання тиску (0,01-0,02 МПа).

Відповідно до ДБН В.2.5-75 розрахункова доза активного хлору для біологічного очищення стічних вод становить 3 г/м³ води, що піддається знезараженню. Вміст хлору у хлорній воді 7-10 г/дм³.

На даній стадії здійснюється технологічний контроль – концентрації активного хлору у воді, тиску.

ДР3 Підготовка розчинів для коагуляції. При обробці активного мулу та осадів стічних вод, в якості коагулянту використовують хлорид заліза (III) марки Б та гашене вапно.

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДРЗ.1 Підготовка розчину хлориду заліза. Хлорид заліза (ІІІ) марки Б виробляють згідно ТУ 6-18-33-85. Для коагуляції використовують розчин хлориду заліза з концентрацією $C=5\%$. Для приготування розчину використовують очищену стічну воду. Розчин подається на стадію ПВ8.5.

ДРЗ.2 Підготовка розчину гашеного вапна для коригування рН процесу коагуляції осадів. Розчин гашеного вапна готують шляхом розчинення негашеного вапна у воді. Для приготування розчину використовують очищену стічну воду. Використовують розчин гашеного вапна з концентрацією $C = 10 \%$. Розчин подається на стадію ПВ8.5.

ТП 4. Механічне очищення стічної води.

ТП. 4.1. Очищення на решітках

Решітки є першим бар'єром для затримки та вилучення зі стічних вод крупного сміття: часток паперу, кісток, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів і фруктів, пластмасової тари та ін. Використовується решітка з механічним очищенням. Періодично проводиться технічний контроль. Швидкість потоку рідини у апараті становить до 0,8 - 1,0 м/с. Передбачається встановлення типових решіток з механічним очищенням типу РМУ-1. Кількість прозорів в решітці – 13, розмір прозорів 16 мм. Пропускна здатність – до 90000 м³/добу [9].

ТП 4.2 Очищення на пісковловлювачах.

Пісковловлювачі це споруди що знаходяться після решіток, і здатні затримувати пісок та інші мінеральні речовини. Оптимальна швидкість руху води в горизонтальних пісковловлювачах $V = 0,15-0,3$ м/с, гідравлічна крупність затриманого піску $U_0= 20-24$ мм/с. На виході з пісковловлювачів кожна секція обладнана щитовим затвором 1600x1200 мм. Для видалення піску секції пісколовлювачів обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок згрібається з днища та підводиться до бункера, що розташований на початку секцій. Видалення піску із бункера здійснюється періодично (двічі на добу) гідроелеватором, на який подається освітлена вода з первинних відстійників. Піскова пульпа видаляється на піскові майданчики. Дренажна вода з цих майданчиків перекачується до решіток.

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТП 4.3 Очищення в первинних відстійниках.

Стічні води містять велику концентрацію завислих речовин. Для уникнення нагромадження активного мулу в аеротенках, в стічних водах повинна міститися концентрація завислих речовин не більше – 150 мг/л. Ефективність видалення завислих речовин становить 59,5 %. Радіальні відстійники мають діаметр 24 м, діаметр розподільного пристрою 1.6 м, на виході з відстійників концентрація завислих речовин $C_{зр} = 134,7 \text{ мг/дм}^3$. Осад з первинних відстійників направляється на зброджування в метантенк на ПВ8.2. Освітлена стічна вода подається на біологічне очищення в аеротенк, та на гідроелеватори пісковловлювачів.

ТП 5. Біологічне очищення в аеротенку.

Рециркуляційний активний мул та освітлена вода після первинного відстоювання з ТП 4.3 подаються до аеротенка. Для аерування суміші подається повітря зі стадії ДР 1. Приріст активного мулу досягає $224,6 \text{ мг/дм}^3$. Здійснюється контроль інтенсивності аерації, та температури води, складу активного мулу [16].

ТП 6. Відстоювання у вторинних відстійниках.

З ТП 5 вода із надлишковим активним мулом потрапляє до вторинних відстійників. Відстоювання триває 1,5 години. РАМ повертається на вхід до аеротенка ТП 5. НАМ що накопичився у відстійники прямує до ПВ 8.1 на ущільнення. Очищена вода подається далі на ТП7 на знезараження.

ТП 7. Знезараження очищеної стічної води хлоруванням.

ТП 7.1 Змішування очищеної води з хлором.

Відбувається змішування води з хлором (у вигляді хлорної води) у змішувачі. Концентрація хлору у воді 3 мг/дм^3 .

ТП 7.2 Знезараження в контактному резервуарі.

Час контакту хлору з стічною водою становить 30 хв. Концентрація хлору на виході зі споруди має становити не менше $1,5 \text{ мг/м}^3$. Очищена вода після хлорування скидається у водойму. Осад прямує до ПВ 9 на мулові майданчики. Очищена вода також використовується для промивання осаду на ПВ 8.3 та приготування розчинів коагулянту та гашеного вапна на ДР3.1, ДР 3.2.

ПВ8 Обробка надлишкового активного мулу та осадів

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПВ 8.1 Ущільнення активного мулу.

Для зменшення вологості активного мулу передбачена стадія ущільнення. Осад під дією сили тяжіння потрапляє на дно споруди та видаляється насосом до ПВ 8.2. Тривалість ущільнення – 10 годин. Мулова вода перекачується до ТП 5.

ПВ 8.2 Збродження осаду та мулу в метантенках

Біохімічному розпаду піддаються близько 60% беззольної речовини активного мулу. За розрахунками було прийнято 4 метантенки, з такими характеристиками: корисний об'єм – 2500 м³; діаметр — 17,5 м; висота верхнього конуса — 2,5 м; висота циліндричної частини — 8,5 м; висота нижнього конуса — 3,05 м.

ПВ 8.3 Промивання зброджених осадів. Відбувається в камері промивки осаду протягом 30 хв. Для промивання осадів використовується очищена вода від ТП7.2.

ПВ 8.4 Ущільнення зброджених осадів. Ущільнення здійснюється з метою зменшення вологості осаду. Здійснюється протягом чотирьох годин. Мулова вода перекачується до ТП 4.1.

ПВ 8.5 Коагуляція зброджених осадів.

Для покращення водовіддаючих властивостей, осад обробляють коагулянтами. В якості реагенту для коагуляції використовуємо 5%-ий попередньо підготовлений на стадії ДР 3.1 розчин хлориду заліза (III), після чого обробляють гашеним вапном з ДР 3.2 для коригування рН та підвищення жорсткості структури осаду.

ПВ 8.6 Зневоднення осаду на фільтр-пресах.

Після попередньої обробки осад подається на фільтр-преси. Тиск фільтрації 0,3 мПа. На виході отримуємо осад з вологістю 70%. Фільтрат до перекачують в голову очисних споруд на ТП 4.1, кек на вивезення.

ПВ 9. Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках.

У випадку аварії на станції механічного зневоднення для підсушування осаду зі стадії ПВ 8.2 передбачені мулові майданчики на 20% від річної кількості

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

осаду, що утворюється на станції. Дренажна вода перекачується до ТП 4.1. Зневоднений осад відправляють на вивезення.

ПВ 10. Підсушування піску на піскових майданчиках.

На майданчики поступає піщана пульпа від ТП 4.2, яка після зневоднення підлягає вивезенню. Дренажна вода перекачується до ТП 4.1.

ЗВ 11. Збір газу в газгольдері.

Біогаз з ПВ 8.5 збирається в газгольдерах з об'ємом 1000 м³, які розраховані тривалість перебування газу протягом 4 год, звідки далі відводиться на очищення і використання.

3.4 Контроль виробництва

Для того щоб забезпечити ефективність процесу очищення, необхідно забезпечити контроль на всіх основних стадіях очищення стічної води – методом відбору проб. Даний моніторинг якості, допоможе вчасно виявити відхилення від допустимих норм, знайти причину несправності обладнання чи недотримання регламенту[19]. В таблиці 3.4.1 наведені основні точки, параметри та методи контролю, які використовуються в технологічному процесі.

Таблиця 3.4.1 – Контроль відбору проб під час біологічного очищення стічних вод

Стадія процесу, місце заміру параметра або відбору проби		Параметр, що контролюється, одиниці вимірювання, вид контролю	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі	Метод контролю параметра, тип приладу
Надходження стічних вод на каналізаційні очисні споруди		Витрати стічних вод, м ³ /добу K _т	Один раз на добу	80000 ±3%	Вимір заповнення акустичним витратоміром
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 34

ЕКБ. БЕ6115 ДП

Продовження таблиці 3.4.1

	pH K_x	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\Delta=\pm$ 0,05	Іономір лабораторний
	Масова концентрація завислих речовин, мг/дм^3 K_x	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	333, $\Delta=\pm$ 10%	КНД 211.1.4.039- 95
Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувку, Мпа K_T	1 раз на годину	0,16, $\Delta=\pm 2,5\%$	Манометр
Підготовка хлорної води	Масова концентрація хлору, г/дм^3 K_x	1 раз на годину	10, $\Delta=\pm(10-$ 15)%	Концентратомір КОХ-1
Підготовка коагулянту	Масова концентрація хлориду заліза (III), г/дм^3 K_x	1 раз на годину	10, $\Delta =\pm(10-$ 15)%	Концентратомір КОХ-1
Підготовка розчину гашеного вапна	Масова концентрація гашеного вапна, г/дм^3 K_x	1 раз на годину	10, $\Delta =\pm(10-$ 15)%	Концентратомір КОХ-1
Механічне очищення на решітках	Температура, $^{\circ}\text{C}$ K_T	Один раз на добу	Не вище 40	Вимір температури води за допомогою термометра технічного

ЕКБ. БЕ6115 ДП

Арк.

35

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 3.4.1

Очищення на пісковловлювачах	Масова концентрація піску та мінеральних речовин на вході, мг/дм ³ K _т	Один раз на добу	0,8, Δ=±5%	КНД 211.1.4.045- 95
Первинне відстоювання	Масова концентрація завислих речовин на вході, мг/дм ³ K _х	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	Не більше 150, Δ=±5%	КНД 211.1.4.039- 95
	БСК _{повн} , мг/дм ³ K _х	1 раз на добу	< 337	КНД 211.1.4.024-95 МВВ 081/12-0014-01
Біологічне очищення в аеротенку	Температура, °С K _т	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо добова проба)	18-20, Не більше 30 Δ=± 10%	Термометр
	pH K _х	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	Від 6.5 до 8,5, Δ=± 0,1	Іономір лабораторний
	Склад активного мулу K _{мб}	1 раз на добу		Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд Мікроскоп Leica DM3000
Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, % K _т	3 рази на тиждень	99,2-99,7	Методика лабораторного контролю
	Масова концентрація завислих речовин, мг/дм ³	1 раз на добу	15-20	КНД 211.1.4.039- 95

ЕКБ. БЕ6115 ДП

Арк.

36

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 3.4.1

Знезараження очищеної стічної води	БСК _{повн} , мг/дм ³ K _x	1 раз на добу	Не більше 15	КНД 211.1.4.024-95 МВВ 081/12-0014-01
	Масова концентрація завислих речовин, мг/дм ³ K _x	1 раз на добу	Не більше 15 мг/дм ³	КНД 211.1.4.039- 95
	Масова концентрація хлору, мг/дм ³ K _x	1 раз на годину	Не більше C=1,5	Концентрат омір КОХ-1
	Масова концентрація розчиненого кисню, мг/дм ³ K _x	1 раз на день	Не менше 6,0	МВВ 081/12-0008-01

3.5 Матеріальний баланс

Розрахунок первинних відстійників за завислими речовинами наведено в таблиці 3.5.1.

Таблиця 3.5.1 – Матеріальний баланс очищення стічних вод

№	Стадія процесу	Використано		Отримано			
		Назва сировини, матеріалів та напівпродукті в	Кількість		Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість	
			т/добу	м ³ /добу		т/добу	м ³ /добу

Продовження таблиці 3.5.1

1	Механічне очищення СВ. Очищення в пісковловлювачах	Суміш стічних вод міста та локально очищених СВ крохмале-патокового заводу	80000	80000	Суміш стічних вод міста та локально СВ крохмале-патокового заводу	79988	79992,5
		Пісок				11,25	7,5
		Втрати				0,75	
		Всього	80000	80000		80000	80000
2	Механічне очищення СВ. Очищення у первинному відстійнику	Суміш стічних вод міста та локально очищених СВ крохмале-патокового заводу	79988	79988	Освітлена стічна вода	79642	79642
		Осад				346	346
		Втрати				0,01	
		Всього	79988	79988		79988	79988

3	Біологічне очищення в аеротенку	Освітлена стічна вода	79642	79642	СВ після біологічного очищення	95832	95832
		РАМ	17866				
					Приріст НАМ	1676	
		Втрати					
		Всього	97508			97508	
4	Очищення у вторинному відстійнику	СВ після біологічного очищення	97508		Очищена СВ	77966	
					НАМ	1676	
					РАМ	17866	
		Втрати					
		Всього	97508			97508	

ЕКБ. БЕ6115 ДП

Арк.

38

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 3.5.1

5	Знезараження	Очищена СВ	77966		Знезаражена СВ	78086	78086
		Розчин хлорної води	120	120			
		Втрати					
		Всього	78086	78086		78086	78086
6	Ущільнення НАМ	НАМ	1676		Ущільнений НАМ	558,6	
					Мулова вода	1117,4	
		Втрати					
		Всього	1676			1676	
7	Анаеробна стабілізація осаду та активного мулу	Осад	346		Стабілізовані й осад	891	
		НАМ	558,6		Біогаз	12,56	12560
		Втрати				0,54	
		Всього	904,6			904,6	
8	Ущільнення стабілізованого осаду	Стабілізовані й осад	891		Ущільнений осад	535	
					Мулова вода	356,4	356,4
		Втрати				0,6	
		Всього	891			891	
9	Зневоднення на вакуум фільтрі	Ущільнений осад	535		Зневоднений осад	90	
					Фільтрат	445,9	445,9
		Втрати				0,1	
		Всього	535			535	
Всього			80000			80000	

РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ ТА МІСТА

4.1. Розрахункові витрати стічних вод

Згідно завдання середня витрата стічних вод міста і фабрики складає:

$$Q_{\text{сер.год}} = \frac{Q_{\text{сер.доб}}}{24} = \frac{80000}{24} = 3333,3 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.1)$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.с.}} = \frac{Q_{\text{сер.доб}}}{24 \cdot 3600} = \frac{80000}{24 \cdot 3600} = 0,926 \text{ м}^3/\text{с.} \quad (4.2)$$

Середньосекундна витрата в дм^3 становить:

$$q_{\text{сер.с.}} = Q_{\text{сер.с.}} \cdot 1000 = 0,926 \cdot 1000 = 926 \text{ дм}^3/\text{с.} \quad (4.3)$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод становлять:

$$q_{\text{max.с.}} = K_{\text{max.}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 1,475 \cdot 926 = 1365,85 \text{ дм}^3/\text{с.} \quad (4.4)$$

$$q_{\text{min.с.}} = K_{\text{min.}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 0,687 \cdot 926 = 636,162 \text{ дм}^3/\text{с.} \quad (4.5)$$

де $q_{\text{сер.с.}}$ – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб}$;

K_{max} – максимальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення.

K_{min} – мінімальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення.

Максимальна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{max}} = q_{\text{max.с.}} \cdot 3,6 = 3,6 \cdot 1365,85 = 4917,1 \text{ дм}^3/\text{с.} \quad (4.6)$$

4.2. Розрахункові концентрації забруднень стічних вод

Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод:

$$C = \frac{a \cdot N}{Q_{\text{поб}}}, \text{ мг/дм}^3, \quad (4.7)$$

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КРОХМАЛЕ- ПАТОКОВОГО КОМБІНАТУ ТА МІСТА	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Пашко В.С.					40	64
Конс.								
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Керів.		Зубченко Л.С.						
Затверд.								

де а – кількість забруднюючих речовин на одного жителя, г/доб, яка визначається за [1, табл. 25] і приймається: 65 г/доб завислих речовин, 75 г/доб – БСК_{повн}, 2,5 г/доб – ПАР; N – кількість жителів міста, розраховується нижче.; $Q_{поб}$ – витрата господарсько-побутових стічних вод, м³/доб.

Кількість жителів міста:

$$N = \frac{Q_{поб}}{n_b} \cdot 1000 = \frac{75000}{200} \cdot 1000 = 375\,000 \text{ чол.}$$

Де витрата господарсько-побутових стічних вод, м³/доб;

- Норма водовідведення на одну людину, яка приймається 200дм³/(люд·доб)

Концентрація завислих речовин у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{ЗР} = \frac{a_{ЗР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{65 \cdot 375000}{75000} = 325 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.9)$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{БСК} = \frac{a_{БСК} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{75 \cdot 375000}{75000} = 375 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.10)$$

Концентрація ПАР у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{ПАР} = \frac{a_{ПАР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{2,5 \cdot 375000}{75000} = 12,5 \text{ мг/дм}^3.$$

Концентрація забруднень у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод визначається за формулою:

$$C_{сум} = \frac{C_{поб} \cdot Q_{поб} + C_{вир} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + Q_{вир}}, \text{мг/дм}^3, \quad (4.11)$$

де $C_{вир}$ – концентрація забруднень у виробничих стічних водах після їх очищення на локальних очисних спорудах: 450 мг/дм³ завислих речовин, 250 мг/дм³ – БСК_{повн}, 15 мг/дм³ – ПАР мг/дм³; вир Q – витрата виробничих стічних вод: 5000 м³/добу.

Концентрація завислих речовин у суміші стічних вод:

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{сум,ЗР}} = \frac{C_{\text{ЗР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир,ЗР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{325 \cdot 75000 + 450 \cdot 5000}{75000 + 5000} \quad (4.12)$$

$$= 332,8 \text{ мг/дм}^3.$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,БСК}} = \frac{C_{\text{БСК}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир,БСК}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{375 \cdot 75000 + 250 \cdot 5000}{75000 + 5000}$$

$$= 367,2 \text{ мг/дм}^3.$$

Концентрація ПАР у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,ПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир,ПАР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{12,5 \cdot 75000 + 15 \cdot 5000}{75000 + 5000}$$

$$= 12,65 \text{ мг/дм}^3.$$

4.3 Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод міста та крохмале-патокового комбінату

Розрахунок коефіцієнта змішування стічних вод з водою річки

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} = \frac{2 \cdot 3,5}{200} = 0,035$$

де $V_{\text{ср}}$ – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (2 м/с, згідно завдання); $H_{\text{ср}}$ – середня глибина річки на тій же ділянці, м (3,5 м, згідно завдання).

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки:

$$\alpha = \phi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{\text{сер.с.}}}} = 1,7 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,035}{0,926}} = 0,85 \quad (4.13)$$

де ϕ – коефіцієнт звивистості річки (1,7 – згідно завдання); ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при

русловому випуску становить – 1,5); q – середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, $\text{м}^3/\text{с}$.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{\text{сеп.с.}}}\right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,85 \sqrt[3]{4000}}}{1 + \left(\frac{19}{0,926}\right) e^{-0,85 \sqrt[3]{4000}}} = 0,99 \quad (4.14)$$

де L – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (4000 м – згідно завдання); Q – розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, $\text{м}^3/\text{с}$ (19 $\text{м}^3/\text{с}$ – згідно завдання); q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, $\text{м}^3/\text{с}$.

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{\text{зр}}^{\text{дон}} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} + 1 \right) + C_{\phi} = 0,25 \cdot \left(\frac{0,99 \cdot 19}{0,926} + 1 \right) + 15 = \quad (4.15)$$

$$= 20,3 \text{ мг/дм}^3,$$

де p – приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм^3 (0,25 г/м^3); C_{ϕ} – фонова концентрація завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм^3 (15 мг/дм^3 – згідно завдання).

Допустиме значення БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{\text{БСК}}^{\text{дон}} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} \cdot \left(\frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} - C_{\text{БСК}}^{\phi} \right) + \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} = \quad (4.16)$$

$$= \frac{0,99 \cdot 19}{0,926} \cdot \left(\frac{3}{10^{-0,087 \cdot 0,023}} - 2,5 \right) + \frac{3}{10^{-0,087 \cdot 0,023}} = 16,25 \text{ мг/дм}^3,$$

де $C_{\text{БСК}}^{\text{дон}}$ – значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^{\text{н}}$ – гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки, 3 мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^{\phi}$ – фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм^3 (2,5 мг/дм^3 – згідно завдання); k – константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, $0,087 \text{ доба}^{-1}$ (дод. К, табл. К.1); t – тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{cp} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{4000}{2 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,023 \text{ доб} \quad (4.17)$$

де L – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (4000м – згідно завдання); V_{cp} – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (2 м – згідно завдання).

Розрахунок допустимого $БСК_{повн}$ стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо $БСК_{повн}$ стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{БСК}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{сер.с.}} \cdot ((O_{\phi} - 0,4 \cdot C_{БСК}^{\phi} - O_{min}) - \left(-\frac{O_{min}}{0,4}\right) = \frac{0,99 \cdot 19}{0,4 \cdot 0,926} \cdot (6 - 0,4 \cdot 3 - 4) - \frac{4}{0,4} = 30,62 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.18)$$

де $C_{БСК}^{O_2}$ – $БСК_{повн}$ стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³; O_{ϕ} – фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (6 мг/дм³ – згідно завдання); O_{min} – найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, 4 мг/дм³; $C_{БСК}^{\phi}$ – фонові значення $БСК_{повн}$ у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (3 мг/дм³ – згідно завдання); 0,4 – коефіцієнт для перерахунку $БСК_{повн}$ у $БСК_2$.

За розрахункові значення $БСК_{повн}$ приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках. Отримані значення концентрації завислих речовин (20,3 мг/дм³) свідчить про достатність повного біологічного очищення, значення $БСК_{повн}$ (16,25 мг/дм³) свідчить також про достатність повного біологічного очищення, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень $БСК_{повн}=15$ мг/дм³, $C_{зр}=15$ мг/дм³.

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4. Розрахунок основних очисних споруд

Розрахунок первинних відстійників

Приймається тип відстійника – радіальний, визначається в залежності від пропускної здатності очисних споруд. Ефективність відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм³. Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{set} = \frac{C_{zp}^n - C_{zp}^k}{C_{zp}^n} \cdot 100\% = \frac{332,8 - 150}{332,8} \cdot 100 = 55\%, \quad (4.4.1)$$

де C_{zp}^n - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, мг/дм³; C_{zp}^k - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, мг/дм³.

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за додатком К[табл. К.2] і становить: $t_{set}=679$ с [10].

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,0 \cdot 679 \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,21}} = 1,4 \text{ мм/с}, \quad (4.4.2)$$

де K_{set} - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника – 0,45; H_{set} – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника (для радіального 3,0 м); α - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод – 1,0; t_{set} – тривалість відстоювання, 679 с; h – висота циліндра, 0,5 м; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації частинок, приймається 0,21 [11].

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального типу відстійників:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (24^2 - 1,6^2) (1,4 - 0) = 1011,5 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.4.3)$$

де D – діаметр відстійника 24 м; d – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника 1,6 м; v – турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 0 мм/с [10].

Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{\max}}{q_{\text{шт}}} = \frac{4917,1}{1011,5} = 4,9_{\text{шт}} \quad (4.4.4)$$

де Q_{\max} – максимальна витрата суміші стічних вод, м³/год.

Приймаємо 6 радіальних відстійників діаметром 24 м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника типу ТП 902-2-363.83 діаметром 24 м:

$$q_{\text{шт}} = \frac{Q_{\max}}{N} = \frac{4917,1}{6} = 819,5 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.4.5)$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\text{шт}}}{2,8 \cdot K_{\text{сет}} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{819,5}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)} = 1,36 \text{ мм/с.} \quad (4.4.6)$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{\text{сет}}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{\text{сет}} \cdot H_{\text{сет}}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{\text{сет}} \cdot H_{\text{сет}}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 5,0}{1,36 \cdot 1,0 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 5,0}{0,5} \right)^{0,21}} = 790 \text{ с.} \quad (4.4.7)$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{\text{поч}}$ і $t_{\text{сет}}^{\phi}$ становить: $E^{\phi} = 59,5\%$.

При отриманому E^{ϕ} концентрація завислих речовин:

$$C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi} = C_{\text{зр}}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{\text{зр}}^n}{100} = 332,8 - \frac{59,5 \cdot 332,8}{100} = 134,7 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.4.8)$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить:

$$M_{\text{ос}} = \frac{(C_{\text{зр}}^n - C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi}) \cdot Q_{\text{сер.доб}} \cdot K}{10^6} = \frac{(332,8 - 134,7) \cdot 80000 \cdot 1,1}{10^6} = 17,3 \text{ т/добу}, \quad (4.4.9)$$

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_{\text{сер.доб}}$ – витрата стічних вод, м³/доб; $K=1,1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{\text{ос}}}{100 - W_{\text{ос}}} = \frac{100 \cdot 17,3}{100 - 95} = 346 \text{ м}^3, \quad (4.4.10)$$

де $W_{\text{ос}}$ – вологість осаду, %.

7.2 Розрахунок мулозгущувача

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{\text{зр}}^{\text{к.ф}} + K_{\text{П}} \cdot C_{\text{сум,БСК}}^a = 0,8 \cdot 163,7 + 0,3 \cdot 312,1 = 224,6 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.4.11)$$

де $C_{\text{зр}}^{\text{к.ф}}$ – концентрація завислих речовин в стічній воді, що надходить в аеротенк, мг/дм³; $C_{\text{сум,БСК}}^a$ – показник БСК_{повн} стічної води, що надходить в аеротенк, 312,1 мг/дм³ (85% від $C_{\text{сум,БСК}}$); $K_{\text{П}}$ – коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Максимальна годинна витрата надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$q_{\text{нам}} = \frac{1,3 \cdot P \cdot Q_{\text{сум.доб}}}{24 \cdot C_{\text{нам}}} = \frac{1,3 \cdot 224,6 \cdot 80000}{24 \cdot 6700} = 145,2 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.4.12)$$

де $Q_{\text{сум.доб}}$ – добова витрата суміші побутових та виробничих стічних вод, м³/добу; $C_{\text{нам}}$ – концентрація надлишкового активного мулу, яка приймається рівною дозі активного мулу у регенераторі, 6700 мг/дм³; 1,3 – коефіцієнт сезонної нерівномірності приросту активного мулу.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 2,5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) = 6,72 / \text{дм}^3, \quad (4.4.13)$$

де значення a_a – доза мулу, що дорівнює 2,5 г/дм³; R – ступінь рециркуляції активного мулу, при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою мулососів має бути не менше 0,3, тому для подальших розрахунків приймаємо $R=0,3$.

Витрата мулової рідини, яка утворюється під час ущільнення мулу, визначається за формулою:

$$q_{\text{мр}} = \frac{q_{\text{нам}} \cdot (W_{\text{ну}} - W_{\text{ущ}})}{100 - W_{\text{ущ}}} = \frac{145,2 \cdot (99,4 - 97)}{100 - 97} = 116,1 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.4.14)$$

де $W_{\text{ну}}$ - вологість неущільненого мулу, 99,4%; $W_{\text{ущ}}$ - вологість ущільненого мулу, 97%.

Годинна витрата ущільненого мулу складає:

$$q_{\text{ущ}} = q_{\text{нам}} - q_{\text{мр}} = 145,2 - 116,1 = 29,1 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (4.4.15)$$

При розрахунку радіальних мулозгущувачів визначають корисну площу поверхні за формулою:

$$F_{\text{м}} = \frac{q_{\text{нам}}}{q_0} = \frac{145,2}{0,3} = 483,3 \text{ м}^2 \quad (4.4.16)$$

де q_0 - розрахункове навантаження на одиницю площі поверхні, $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$, яке приймається 0,3 при концентрації активного мулу 5 г/дм³.

Кількість мулозгущувачів приймається не менше двох. Діаметр мулозгущувача визначають з виразу:

$$D = \sqrt{4F_{\text{м}} / (\pi \cdot N)} = \sqrt{4 \cdot 483,3 / (\pi \cdot 2)} = 17,5 \text{ м} \quad (4.4.17)$$

де N - кількість мулозгущувачів.

Радіальні мулозгущувачі влаштовують на базі типових вторинних відстійників.

Приймаємо мулозгущувач на базі радіального вторинного відстійника з такими параметрами:

- діаметр – 18 м;
- глибина – 3,7 м;
- діаметр трубопровода – 800 мм підвідного;
– 500 мм, відвідного;
- об'єм мулової зони – 160 м³;
- об'єм зони відстійника – 788 м³.

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висоту зони ущільнення мулу визначають за формулою:

$$H_{\text{ущ}} = q_o \cdot t = 0,3 \cdot 10 = 3, \text{ м}, \quad (4.4.18)$$

де t – тривалість ущільнення активного мулу, год, приймається 10 год при концентрації НАМ 5 г/дм³.

7.3 Розрахунок загальної витрати осадів

Для розрахунку метантенка або аеробного стабілізатора потрібно визначити витрату сухої речовини осаду:

$$O_{\text{сух}} = \frac{C_{\text{ЗР}}^{\text{сум}} \cdot E \cdot k \cdot Q_{\text{сум.доб}}}{10^8} = \frac{332,8 \cdot 59,5 \cdot 1,1 \cdot 80000}{10^8} = 17,4 \text{ м / доб} \quad (4.4.19)$$

де $C_{\text{ЗР}}^{\text{сум}}$ – концентрація завислих речовин в суміші побутових і виробничих стічних вод міста, 332,8 мг/дм³; E – ефект затримання завислих речовин у первинних відстійниках, 59,5 %; k – коефіцієнт, що враховує крупні частинки, які не уловлюються при відборі проб 1,1; $Q_{\text{сум.доб}}$ – розрахункова витрата стічних вод, 85000 м³/добу.

Визначається витрата надлишкового активного мулу:

$$M_{\text{сух}} = \frac{Q_{\text{сум.доб}} \cdot (П - b)}{10^6} = \frac{80000 \cdot (224,6 - 15)}{10^6} = 16,76 \text{ м / доб} \quad (4.4.20)$$

де $П$ – приріст активного мулу, мг/дм³; b – концентрація активного мулу в стічній воді на виході із вторинних відстійників, 15 мг/дм³.

Витрату беззольної речовини осаду ($O_{\text{без}}$) та надлишкового активного мулу ($M_{\text{без}}$) визначають за формулами:

$$O_{\text{без}} = \frac{O_{\text{сух}} \cdot (100 - B_{\text{ос}}) \cdot (100 - Z_{\text{ос}})}{10^4} = \frac{17,4 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{10^4} = 11,57 \text{ м / доб} \quad (4.4.21)$$

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сух}} \cdot (100 - B_{\text{м}}) \cdot (100 - Z_{\text{м}})}{10^4} = \frac{16,76 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{10^4} = 11,1 \text{ м / доб} \quad (4.4.22)$$

де $B_{\text{ос}}$ та $B_{\text{м}}$ – гігроскопічна вологість осаду та активного мулу, яка приймається 5 %; $Z_{\text{ос}}$ та $Z_{\text{м}}$ – зольності, відповідно, осаду та активного мулу, які для побутових

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стічних вод приймають рівними 30%.

Витрати осаду та активного мулу фактичної вологості за умови, що їх густина дорівнює 1 т/м^3 , визначають за формулами:

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot O_{cux}}{(100 - W_{oc})} = \frac{100 \cdot 17,4}{(100 - 95)} = 346 \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (4.4.23)$$

$$V_m = \frac{100 \cdot M_{cux}}{(100 - W_m)} = \frac{100 \cdot 16,76}{(100 - 97)} = 558,6 \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (4.4.24)$$

де W_{oc} – вологість осаду, яка приймається: при самопливному видаленні – 95%; W_m – вологість ущільненого мулу, 97 %.[10].

Вміст сухої речовини у осаді:

$$S_{cux} = O_{cux} + M_{cux} = 17,4 + 16,76 = 34,16 \text{ т/доб} \quad (4.4.25)$$

Вміст беззольної речовини осади:

$$S_{bez} = O_{bez} + M_{bez} = 11,57 + 11,1 = 22,67 \text{ т/доб}. \quad (4.4.26)$$

Загальна витрата осаду та активного мулу буде складати:

$$V_{заг} = V_{oc} + V_m = 346 + 558,6 = 904,6 \text{ м}^3 / \text{доб}. \quad (4.4.27)$$

Загальна вологість суміші осаду та активного мулу буде дорівнювати:

$$W_{заг} = 100 \cdot \left(1 - \frac{S_{cux}}{V_{заг}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{34,16}{904,6}\right) = 96,2\%. \quad (4.4.28)$$

Загальна зольність суміші осаду та активного мулу буде дорівнювати:

$$Z_{заг} = \left[1 - \frac{S_{bez}}{O_{cux} \cdot \left(\frac{100 - B_{oc}}{100}\right) + M_{cux} \cdot \left(\frac{100 - B_m}{100}\right)} \right] \cdot 100 = 30, \%. \quad (4.4.29)$$

7.4 Розрахунок метантенка

Робочий об'єм метантенка визначається за формулою:

$$V_{мет} = \frac{100 \cdot V_{заг}}{D} = \frac{100 \cdot 904,6}{19} = 4761 \text{ м}^3 \quad (4.4.30)$$

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де D – добова доза завантаження осаду в метантенк 19%, яка приймається в залежності від режиму зброджування та середньої вологості завантажуваного осаду, $w_{\text{заг}}=96,2\%$

При наявності в стічних водах поверхнево-активних речовин прийняту дозу завантаження необхідно перевірити за формулою:

$$D_{\text{ПАР}} = \frac{10 \cdot D_{\text{гр}}^{\text{ПАР}}}{C_{\text{ПАР}} \cdot (100 - W_{\text{заг}})} = \frac{10 \cdot 65}{8,7 \cdot (100 - 96,2)} = 24,9\% \quad (4.4.31)$$

де $D_{\text{гр}}^{\text{ПАР}}$ – гранично допустиме завантаження робочого об'єму метантенків ПАР, яке для побутових стічних вод приймається рівним 65 г/(м³·добу); $C_{\text{ПАР}}$ – концентрація поверхнево-активних речовин в осаді.

Концентрація поверхнево-активних речовин в суміші осаду та активного мулу визначається за виразом:

$$C_{\text{ПАР}} = \frac{(a_o \cdot O_{\text{сух}} + a_m \cdot M_{\text{сух}})}{S_{\text{сух}}} = \frac{(11 \cdot 17,4 + 7 \cdot 16,76)}{34,16} = 9,03 \text{ мг/г} \quad (4.4.32)$$

де a_o та a_m – концентрація ПАР в осаді та в активному мулі, 11 та 7 мг/г відповідно, яка приймається в залежності від концентрації ПАР у стічній воді (12,5 мг/дм³).

Оскільки значення $D_{\text{гр}}^{\text{ПАР}}$ більше ніж прийнята доза завантаження, то коригування дози завантаження не потрібне.

Приймаємо 2 метантенка з такими параметрами:

- Корисний об'єм – 2500 м³;
- діаметр – 17,5м;
- висота верхнього конуса – 2,5 м;
- висота циліндричної поверхні – 8,5 м;
- висота нижнього конуса – 3,05 м.

Максимально можливий розпад беззольної речовини суміші осаду та активного

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мулу визначається за формулою:

$$R_{zp} = \frac{(R_o \cdot O_{bez} + R_m \cdot M_{bez})}{S_{bez}} = \frac{(53 \cdot 11,57 + 44 \cdot 11,1)}{22,67} = 48,59\% \quad (4.4.33)$$

де R_o та R_m – максимально можливий розпад беззольної речовини осаду та активного мулу, який складає, відповідно, 53 та 44 %.

Фактичний розпад беззольної речовини буде складати:

$$R = R_{zp} - (D^{\Phi} \cdot K_p) = 48,59 - (19 \cdot 0,23) = 44,2\% \quad (4.4.34)$$

де K_p – коефіцієнт, який залежить від вологості та режиму зброджування, 0,23; D^{Φ} – фактична доза завантаження метантенка, 19 %.

Кількість беззольної та сухої речовини в зброженій суміші буде складати:

$$S_{bez}^{zb} = \frac{S_{bez} \cdot (100 - R)}{100} = \frac{22,67 \cdot (100 - 44,2)}{100} = 12,65 m / \partial ob \quad (4.4.35)$$

$$S_{сух}^{zb} = (S_{сух} - S_{bez}) + S_{bez}^{zb} = (34,16 - 22,67) + 12,65 = 24,1 m / \partial ob \quad (4.4.36)$$

Зольність та вологість зброженої суміші визначаються за формулами:

$$Z_{zag}^{zb} = 100 \cdot \left(1 - \frac{100 \cdot S_{bez}^{zb}}{S_{сух}^{zb} (100 - B_z)} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{100 \cdot 12,65}{24,1 \cdot (100 - 5)} \right) = 44,74\% \quad (4.4.37)$$

$$W_{zag}^{zb} = 100 \cdot \left(1 - \frac{S_{сух}^{zb}}{V_{zag}} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{24,1}{904,6} \right) = 97,34\% \quad (4.4.38)$$

де B_z – гігроскопічна вологість зброженої суміші, яка приймається 5 %.

При метановому зброджуванні осаду утворюється біогаз із розрахунку 1 г газу на 1 г розкладеної беззольної речовини. Об'ємна вага газу (ρ_r) складає 1 кг/м³. Тоді витрата утвореного біогазу буде складати:

$$Q_r = \frac{1000 \cdot q_z \cdot S_{bez}^{zb}}{\rho_z} = \frac{1000 \cdot 1 \cdot 12,65}{1} = 12650 m^3 / \partial ob, \quad (4.4.39)$$

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де q_r – питомий вихід газу, який становить 1 м^3 на 1 кг беззольної речовини осаду, що розпався в процесі зброджування.

Для регулювання тиску і зберігання газу у складі очисних споруд передбачаються газгольдини «мокрого типу», об'єм яких розраховується на 2-4 години перебування газу (t_r).

$$V_r = \frac{Q_r \cdot t_r}{24} = \frac{12650 \cdot 3}{24} = 1581 \text{ м}^3. \quad (4.4.40)$$

Приймаємо 2 газгольдини із параметрами:

- об'єм газгольдини – 1000 м^3 ;
- діаметр резервуара – $14\,500 \text{ мм}$;
- висота газгольдини – 15400 мм .

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Безпека праці на виробництві – це сукупність вимог та стандартів, яких необхідно завжди дотримуватись. Завданням охорони праці є мінімізація впливу шкідливих виробничих факторів.

На станції водоочищення наявні наступні небезпечні виробничі фактори:

- устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском;
- підвищена запиленість та загазованість повітря;
- підвищені рівні шуму, вібрації;
- підвищена та понижена вологість;
- підвищене значення напруги в електричній мережі;
- відсутність або нестача світла;
- шкідливі хімічні речовини.

Для забезпечення належної безпеки праці потрібно вживати нижченаведені заходи.

1. Усі водопровідно-каналізаційні споруди мають відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013, „Про опалення, вентиляцію та кондиціювання[13].
2. Небезпечні місця потребують захисних огорожень, згідно до ГОСТ 12.3.006-75
3. Приміщення мають бути забезпечені природним та штучним освітленням відповідно до НАОП 5.1.11-3.02-91 - РД-321591.
4. Під час зберігання і використання рідкого хлору, аміаку, сірчистого газу потрібно дотримуватися вимог СПП СДЯВ та НАПБ.
5. Очищення решіток здійснюється з дотриманням вимог НАОП 5.1.21-1.08-90.

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пашико В.С.						
Конс.							54	64
Керів.		Зубченко Л.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

6. Усі будівлі мають бути забезпечені засобами пожежогасіння[14].
7. Для зниження шуму механізми закривають кожухами, для зменшення вібрації використовують віброізоляцію[15].
8. Згідно ГОСТ 12.1.038-82 виробничі приміщення станції водоочищення відносяться до класу приміщень з підвищеною небезпекою. Електроустаткування, що використовується має бути закритого типу. Виробничий процес на станції водоочищення має відповідати положенням щодо захисту життя і здоров'я громадян у процесі зайнятості, визначеним Законом України «Про охорону праці»

Охорона природного середовища є важливим фактором успішної роботи підприємства. Відносини у даній галузі контролюються Законом України про охорону навколишнього середовища. Основні принципи якого:

1. Дотримання екологічних норм, правил та обмежень щодо використання природних ресурсів.
2. Забезпечення людини безпечним середовищем.
3. Проведення екологічних експертиз на підприємстві.
4. Відшкодування шкоди задіяним підприємством навколишньому середовищу.
5. Запровадження спеціального податку, за використання води, та лісових ресурсів згідно податкового кодексу України.
6. Всі підприємства пов'язані зі шкідливим впливом на довкілля, повинні бути обладнані спорудами або приладами для очистки викидів.
7. Відтворення природних ресурсів, впровадження нових технологій.
8. Профілактичний характер природоохоронних заходів.

Під час виробничого процесу утворюються наступні відходи:

- Крупне сміття що затримується на решітках
- Кек та знезаражений осад
- Пісок
- Біогаз

					ЕКБ. БЕ6115 ДП	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отриманий біогаз проходить попереднє очищення перед використанням, тому при спалюванні в атмосферу виділяється менше небезпечних забруднюючих речовин, зокрема менше сполук сірки. Використання біогазу, який відноситься до «зеленої енергії» сприяє збереженню природних ресурсів.

Відсутність міської каналізації та очисних споруд у населених пунктів та промислових підприємств викликає інтенсивне забруднення берегової зони та призводить до погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації. Скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод у водойми спричиняє значне погіршення якості водних ресурсів. Тому важливим є постійний контроль якості очищення стічної води на станції.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті на підставі опрацьованих джерел було обрано та обґрунтовано технологію очистки стічних вод крохмале-патокового підприємства та міста, а також спроектовано споруду для обробки осадів – метантенк.

1. Розглянуто характеристику фізико-хімічного складу виробничих стічних вод крохмале-патокового комбінату, етапи їх утворення та очищення, основним забрудником якої є розчинні та завислі органічні речовини. Усереднене значення $X_{СК} = 2430 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, $B_{СК\text{ пов}} = 2100 \text{ мг/дм}^3$, концентрація завислих речовин – 1800 мг/дм^3 .

2. Проаналізовано існуючі технології локального очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату та обрано найбільш ефективну з використанням MBBR-реакторів, яка дозволяє очистити стічну воду крохмале-патокового комбінату до норм скиду у міську каналізаційну мережу.

3. Охарактеризовано анаеробний активний мул, як основний біологічний агент процесу анаеробного знешкодження осадів, що являє собою складне угруповання, яка складається із мікроорганізмів різноманітних родин. Процес анаеробного зброджування починається за допомогою бактерій роду *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Eubacterium*. Основними протеолітичними мікроорганізмами є бактерії родів *Peptococcus*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium*. До ацетогенних бактерій відносять *Syntrophomonas*, *Syntrophobacter*. Найбільш розповсюдженими метаногенами є роди: *Methanobacter*, *Methanococcus*, *Methanogenum*, *Methanosarcina*, *Methanothrix*.

4. Проведені необхідні розрахунки: витрат стічних вод, концентрацій забруднень стічних вод, ступеня очищення стічних вод міста та крохмале-патокового комбінату, основного та допоміжного обладнання. Необхідний ступінь очищення стічної води становить $B_{СК\text{ повн}} = 16,25 \text{ мг/дм}^3$, $C_{зр} = 20,3 \text{ мг/дм}^3$.

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Пашико В.С.						
Конс.							57	64
Керів.		Зубченко Л.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

Відповідно до розрахунку для скидання очищеної води достатньо провести повне біологічне очищення.

5. Підібрана технологія для очисти стічних вод крохмале-патокового комбінату та міста включає стадію механічної очистки, яка відбувається на решітках, пісковловлювачах та первинних відстійниках та біологічної очистки, яка здійснюється в аеротенку та вторинних відстійниках. Також містить стадії з обробки осаду.

6. Розраховано основні параметри та виконано креслення метантенка для зброджування осадів та надлишкового активного мулу. Обрано метантенк за типовим проектом з корисним об'ємом – 2500 м^3 , діаметром – 17,5 м, висотою верхнього конуса – 2,5 м, висотою циліндричної поверхні – 8,5 м, висотою нижнього конуса – 3.05 м, також обрано газгольдер за типовим проектом що має такі параметри: об'єм – 1000 м^3 , діаметр резервуара – 14 500 мм, висота газгольдера – 15400 мм. Виконано креслення апаратурної та технологічної схеми очищення стічних вод крохмале-патокового комбінату і міста;

7. Наведено основні вимоги щодо техніки безпеки та охорони праці та довкілля.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мін. регіонального розвитку та житловокомунального господарства України, 2013. – 96 с.
2. Васильев С. М. Анализ источников формирования сточных вод на агропредприятиях, их качественных и количественных показателей (научный аналитический обзор) / С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко, М. А. Ляшков, А. О. Матвиенко, Л. А. Митяева, Ю. Ю. Глущенко. – Новочеркасск, 2017.
3. Полищук, Н. И. Водопользование на предприятиях пищевой промышленности / Н. И. Полищук. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 127 с.
4. Долина Л. Ф. Реакторы для очистки сточных вод / Л. Ф. Долина. – Днепропетровск, 2001. – 9 с.
5. Лазарев С. И. Применение биоультрафильтрационных процессов в очистке сточных вод крохмало-паточных производств / С. И. Лазарев // Изв. Вузов. Пищевая технология. – №2-3. – 1997. – с. 78-80.
6. Очистка сточных вод завода по производству картофельных хлопьев. ООО "Номитек" // Комплексные решения. – Москва, 2015.
7. Куріс Ю.В. Метаногенез і технологічні схеми отримання біогазу / Ю. В. Куріс // Енергосбережение. Енергетика. Енергоаудит. – №10 (92). – 2011. – с. 41-45.
8. Ручай Н. С. Экологическая биотехнология: учеб. пособие для студентов специальности «Биокология» / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. – Минск: БГТУ, 2006. – 312 с.
9. Колобанов С. К. Проектирование очистных сооружений канализации / С. К. Колобанов., А. В. Ершов, М. Е. Кигель – Киев, «Будівельник», 1977. – 224 с.

					ЕКБ.БЕ6115.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ПОСИЛАНЬ	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пашко В.С.						
Конс.								
							59	64
Керів.		Зубченко Л.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

10. Саблій Л.А. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнології очищення води» напряму підготовки 6.051401 - біотехнологія. Електронне видання. Уклад.: Саблій Л.А., Бойчук С.Д., Жукова В.С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.–58с.

11. Когановский А.М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский, Н.А. Клименко / – М.: Химия, 1983. – 288 с.

12. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / В.А. Ковальчук / – Рівне: ВАТ «Рівненська Друкарня», 2002. – 622 с.

13. НПАОП 60.1-1.01-04 “Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд на залізничному транспорті.” Чинний від 2.11.2004 р: Редакція від 02.12.2007. – Київ: Державний комітет України по нагляду за охороною праці, 2007.

14. ДСТУ 3273-95. Безпека промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. [Чинний від 1996-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1996. – 15 с.

15. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Чинний від 01.12.1999. – Київ: МОЗ, 1999.

16. Саблій Л. А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія / Л. А. Саблій. – Рівне: НУВГП, 2013. – 291 с.

17. Гельфанд Е.Д. Основы биологической очистки сточных вод. Лекция для студентов. Кафедра биотехнологии / Е.Д. Гельфанд. [Электронный ресурс] – Режим доступа к ресурсу: <https://narfu.ru/university/library/books/0633.pdf>

18. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод – 2-е изд., перераб. и доп. / И.С. Туровский. – М.:Стройиздат, 1982. – 223 с.

19. Свистунов Ю.А. Водоотведение и очистка сточных вод (часть I) курс лекций для студентов специальности «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения» /Ю.А. Свистунов. –Краснодар: Куб.ГАУ, 2007. – 133 с.

Специфікація обладнання

Позиція	Найменування	К-сть	Маса кг	Примітки
1	3	4	5	6
ПЗ-1	Повітрезабірник, діаметр труби 300 мм, висота складає 4 м.	2		Збірний
Ф-2	Фільтр попередньої очистки, ефективність очищення складає 85%	4		Збірний
В-3	Повітродувка потужністю 250 кВт, продуктивність 140 м ³ /хв	2		Збірний
Н-5, Н-7, Н-9	Насос відцентровий			Збірний
Р-4	Реактор для приготування хлорної води з пневматичним перемішуванням, місткістю 5 м ³ .	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т
Р-6	Реактор для приготування розчину коагулянта з	2		Нержавіюча сталь

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Пашико В.С.				
Конс.					
Керів.	Зубченко Л.С.				
Затверд.					

ЕКБ.БЕ6115.ДП

ДОДАТОК А

Стадія	Арк.	Акрушів
	61	64

КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ

	мішалкою, місткістю 5 м ³ .			12X18H10 T
P-8	Реактор для приготування гашеного вапна з мішалкою, місткістю 5 м ³ .	2		Нержавіюча сталь 12X18H10 T
P-10	Решітки зі швидкість потоку 0,9 м/с, розмір прорізів 0,016 м. Пропускна здатність більше 60%.	2	1690	Збірний
П-11	Пісковловлювач з середньою швидкістю руху 0,3 м ³ /добу	2		Збірний
B-12	Первинний відстійник радіальний з діаметром 24м, діаметром розподільчого пристрою 1,6 м, гідравлічна глибина 3,4, висота зони осаду 0,3 м. Тривалість відстоювання 790 с, ефект освітлення 59,5%.	6		Збірний
A-13	Аеротенк глибиною 4,4 м, доза мулу – 3 г/дм ³ . Система аерації дрібнобульбашкова, глибинно-напірного типу.	2		Збірний
B-14	Вторинний відстійник, діаметром 24 м, глибина 3,7	4		Збірний

	м.			
P-15	Реактор для змішування хлорної води зі стічною	2		Неіржав. сталь 12X18H10 Т
KP-16	Контактний резервуар глибиною 3,2 м, шириною 6 м, з продуктивністю 65 тис. м ³ /доб	2		Збірний
МУ-17	Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 10 год, вологість ущільненого НАМ 97%	2		Збірний
M-18	Метантенк з корисним об'ємом – 2500 м ³ , діаметром – 17,5 м, висотою верхнього конуса – 2,5 м, висотою циліндричної поверхні – 8,5 м.	2		Неіржав. сталь 12X18H10 Т
P-19	Спеціальний резервуар для промивання осаду протягом 30 хв.	4		Збірний
МУ-20	Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 12 год, вологість ущільненого осаду 97%	4		Збірний
KP-21	Контактний резервуар для змішування осаду з	2		Збірний

	коагулянтами			
ФП-22	Стрічковий фільтр-прес з потужністю 3 кВт, шириною стрічок 900 мм, швидкість стрічок 7 м/хв.	8		Збірний
ММ-23	Аварійний муловий майданчик, вологість осаду 70-80%.	2		
ПМ-24	Пісковий майданчик для підсушування піщаної пульпи. Навантаження 3 м ³ /м ²	2		
Г-25	Газгольдер з об'ємом – 1000 м ³ , діаметром резервуара – 14 500 мм, висота газгольдера – 15400 мм	2		